

## 경상분지 남동부 인보지역 화강암류의 마그마 과정

황병훈\*, 양경희, 이준동

부산대학교 지구환경시스템학부 지질환경과학전공(bhhwang@pusan.ac.kr)

### 1. 서론

경상분지 남동부 인보지역에 분포하는 화강암은 인근 언양지역에 분포하는 화강암류의 한 암상인 포유암 함량이 적은 반상화강암의 특징을 띠는 암체이다. 이들은 소량의 MME와 염기성광물 집합체를 함유하며, 대체로 사장석과 용식된 석영의 반정을 가지는 반상조직을 나타내는 균질한 화강암체이다. 하지만 이 화강암의 한 노두에는 암상이 상이하게 다른 부분들이 서로 접촉하고 있는데, 이들은 관입에 의한 양상이 아닌 것으로 야외에서 관찰된다. 따라서 이 암상들의 형성 원인을 밝히면, 인보지역 화강암류의 성인연구에 도움을 줄 것으로 판단되며, 나아가 인근 언양지역 화강암류의 성인을 해석하는 데도 도움을 줄 것으로 기대된다. 본 연구는 야외에서 암상이 뚜렷이 구분되는 세 부분의 시료를 채취하여, 미량성분 및 Rb-Sr 동위원소 분석을 실시하였고, 그 결과에 대하여 논의하고자 한다.

### 2. 화강암류의 암석기제적 특징, 희토류원소 및 동위원소 조성

연구지역 암체는 울산시 두서면 인보리와 전읍리 사이에 분포하는 화강암질암이며, 서부와 남부지역에 언양화강암으로 알려진 화강암류들이 분포하고 있다. 언양지역 화강암류는 조직 및 광물함량에 근거하여 화강섬록암, 반상화강암, 등립질화강암, 미문상화강암 등으로 구성된다(김재영, 1991; 황병훈, 2004). 또한 반상화강암은 MME를 다량 함유하고 있는 암상과 소량 함유하고 있는 암상으로 구분되는데, 이들의 관계는 점이적인 것으로서 하나의 마그마 챔버에서 고화된 양상이 지표에 노출된 것으로 판단된다(황병훈 외, 2002, 2004; 황병훈, 2004). 즉 산성 마그마 챔버의 하부로 염기성마그마의 주입이 있었다고 가정하면, 불균질 혼합의 산물인 MME가 챔버의 상부로 갈수록 적어질 것으로 기대된다. 이것은 야외에서 포유암 함량이 많은 반상화강암이 저지대에 주로 분포하고, 고지대에 포유암 함량이 적은 반상화강암이 분포하는 것과 잘 부합되는 결과라고 판단되며, 언양지역 뿐만아니라 부산-양산지역에서도 이와 유사한 야외산상을 나타내었다(황병훈, 2004). 따라서 연구지역에 분포하는 포유암 함량이 적은 반상화강암은 염기성 마그마와 산성마그마의 불균질 혼합의 영향을 받은 암체로 추정된다.

본 연구의 대상 암체는 회백색 내지 담회색의 반상조직을 띠는 화강암이다(그림 1). 노두의 대부분을 차지하는 주 암체는 그림 1b의 B-228-1 시료이며, 반정광물은 용식된 3~5 mm 가량의 석영과 사장석이 주를 이루고, 석기부분은 2~3 mm 가량의 중립의 등립질인 석영, 사장석, 정장석 등으로 구성되어 있다. 또한 5~10% 내외의 흑운모를 함유하고 있다. 한편 이들 주 암체 내에는 조직이 상이한 반상화강암을 함유하고 있는데(B-228-3), 1 mm 내외의 세립의 석영과 장석으로 구성된 석기를 가지며, 반정광물은 B-228-1과 동일한 용식된 석영과 사장석을 함유하고 있으며, 흑운모를 거의 1% 내외로 포함하고 있다. 또한 이 두 암상의 경계부에는 약간의 미문상조직을 보이는 세립질의 화강암(B-228-2)이 5~10 cm 가

량 분포하고 있으며, 흑운모는 거의 함유하고 있지 않다. 얼핏 보기에는 B-228-3 암상이 B-228-1 암상을 관입하여, B-228-2의 관입 접촉부를 형성한 것처럼 보이기도 한다. 하지만

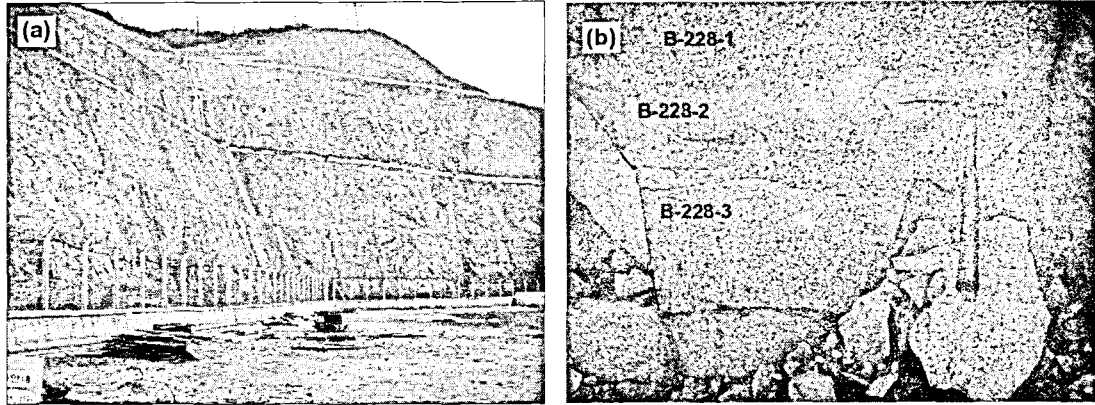


Fig. 1. Photographs of out-crop of the granite in study area.

야외에서 날카로운 관입경계를 나타내지 않으며, 오히려 B-228-1의 경계부로 흑운모들이 밀집되어 모여있는 것을 관찰할 수 있다. 따라서 B-228-1이 완전히 고화되기 전에 B-228-2와의 접촉 사건이 일어났을 것으로 판단된다. 한편, B-228-2와 B-228-3과의 경계부로 날카롭지 못하며 오히려 더 점이적으로 변해가는 양상을 잘 보여준다. B-228-3으로 갈수록 석영과 사장석의 반점이 점점 더 많아지고 흑운모의 함량도 조금씩 많아지는 것을 관찰할 수 있으므로, 이들 관계도 접촉관계가 아닌 것으로 판단된다. 따라서 B-228-2 및 B-228-3은 선후관계를 떠나서 관입에 의해 접촉이 아닌 것은 분명한 것으로 판단된다.

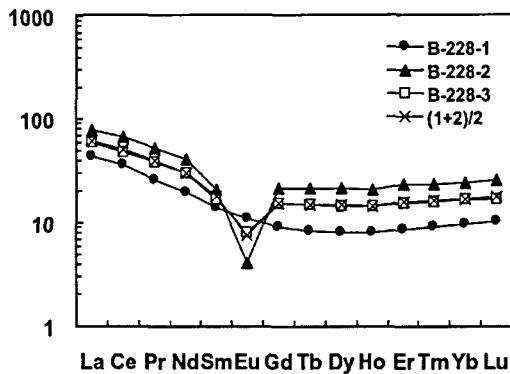


Fig. 2. Chondrite-normalized REE pattern of the granitic rocks.

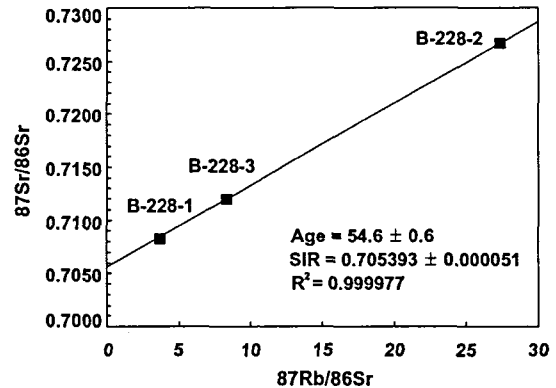


Fig. 3. Rb-Sr whole-rock isochron age of the granitic rocks.

이 인접한 세 암상의 시료를 미량성분 원소의 조성비와 Rb-Sr 동위원소 비를 측정하였다. 그림 2는 콘드라이트에 표준화시킨 희토류원소의 변화도표인데, 사장석의 분별을 지시하는 Eu 부의 이상의 증가와 REE 함량의 증가로 보아, B-228-1가 가장 미분화된 양상을 나타내며, 다음이 B-228-3, 그리고 B-228-2의 순서로 분화가 진행된 양상을 나타낸다. 하지만 이

들이 분별결정작용에 의한 분화작용을 겪었다고 보기에는 야외에서 접촉관계에 의문이 제기된다. 접촉관계는 B-228-1, B-228-2, B-228-3의 순서로 접하고 있기 때문이다. 또한 흥미있는 사실은 B-228-1의 분석치와 B-228-2의 분석치를 각각 더한 값의 평균을 취하면 B-228-3과 거의 동일한 값을 나타낸다. 따라서 이들의 성인연구에 보다 신중한 희토류원소의 모델링을 실시하면 좋은 결과를 얻을 수 있을 것으로 보인다.

또한 이 세 시료의 Rb-Sr 동위원소비를 측정하여, 전암 등시선 연령을 구하여 보면(그림 3),  $R^2$  값이 거의 1에 가까운 매우 깨끗한 등시선을 얻을 수 있다. 그 결과, 연구지역 암체의 연령은  $54.6 \pm 0.6$  Ma이고, 이들의 초생치는  $0.705393 \pm 0.000051$ 인 것으로 나타난다. 이것은 인접한 언양지역에 분포하는 마그마 혼합의 영향을 받은 암체의 절대연령인 58~59 Ma(황병훈, 2004) 보다는 3~4 Ma 정도 젊은 값을 나타내지만, 초생비는  $0.7052 \pm 0.001$ 로 매우 유사한 것으로 나타났다. 따라서 이들은 마그마 혼합의 영향으로 암상의 분화가 일어난 것으로 판단된다. 하지만 보다 더 확실한 미량원소 모델링이 필요하다. 또한 세 시료는 한 노두에서 약 30 cm 이내에서 채취된 것으로, 이렇게 뚜렷한 미량 및 동위원소 분배가 일어난다는 사실은 이와 유사한 암상을 나타내는 경상분지 타 지역의 암석 성인 연구에 많은 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

### 3. 결론

연구지역 화강암의 한 노두 내에 나타나는 암상이 상이한 세 부분의 성인은 야외 산출 상태에 근거하여, 관입 접촉관계 및 분별결정작용의 산물로 보기 어려우며, 마그마혼합의 영향에 의한 것으로 판단된다. 또한 Rb-Sr 동위원소 분석치에 의한 전암 등시선 연령은  $54.6 \pm 0.6$  Ma이고, 초생비는  $0.705393 \pm 0.000051$ 로서 인근의 언양지역에 분포하는 마그마 혼합의 영향을 받은 암체들과 연령은 다소 젊지만 동일한 초생비를 나타낸다. 따라서 보다 정밀한 미량원소 모델링을 실시한다면, 이와 유사한 암상을 나타내는 경상분지 타 지역의 암석성인 연구에 큰 도움이 될 것으로 기대된다.

### 4. 참고문헌

- 김재영, 1991, 경남 언양일원의 언양화강암체에 관한 암석학적 연구. 부산대학교 석사학위논문, 38p.
- 황병훈, 2004, 경상분지 남부지역의 화강암질암에 대한 암석학, 동위원소 및 성인. 부산대학교 박사학위논문, 309p.
- 황병훈, 이준동, 김종선, 진미정, 2002, 경상남도 유천-언양-양산 일원에 분포하는 화강암류를 형성한 마그마의 기원 및 진화에 대한 암석학적 고찰. 한국암석학회 춘계학술발표회 초록집.
- 황병훈, 이준동, 양경희, 2004, 황병훈, 이준동, 양경희, 2004, 양산단층 주변에 분포하는 화강암질암의 암석학적 연구: 양산단층의 수평 변위량. 지질학회지, 40(2), 161-178.